

Ficha técnica resumen de Resultados publicables del Proyecto

Título del Proyecto

MEJORA EN LA GESTIÓN AGRONÓMICA DE LOS LODOS DE EDARS MEDIANTE EL USO DE LA ESPECTROSCOPIA EN EL INFRARROJO CERCANO (NIR) Y LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL (OPTIFANGS)

Organismo Financiador

Instituto Valenciano de Competitividad e Innovación (IVACE+i).

Nº Expediente

INNEST/2023/115

Ayuda total concedida

250.296,12

Resumen de los objetivos iniciales del proyecto

La finalidad del proyecto es la **mejora en la gestión agronómica de los lodos de depuradora, especialmente respecto a su dosificación, que permita maximizar los beneficios de esta práctica y minimizar los riesgos medioambientales**. Esta optimización contribuirá a reducir el exceso de nutrientes en agricultura, y mejorará el secuestro de C en el suelo agrícola mediante el uso de nuevas técnicas disruptivas vinculadas a la digitalización, la sensorización y la inteligencia artificial.

Para ello, se pretende desarrollar una herramienta informática que, a través de la medida de la huella dactilar NIR de un lodo en concreto, permita extraer una estimación suficientemente precisa de la composición agronómica y ambiental del material en concreto y adicionalmente modelizar el comportamiento de dicho lodo en diferentes condiciones propuestas y validadas de dosificación, suelo receptor y condiciones hídricas de manejo. Con ello, se podrían tomar decisiones de manejo-dosificación casi en tiempo real.

Resultados obtenidos

En este proyecto OPTIFANGS se han generado toda una serie de resultados de mucho interés, como son: a) conocimiento analítico clásico y huella NIR de lodos EDARs de la Comunidad Valenciana; b) cuantificación de las emisiones de olores y gases GEI en instalaciones de gestión de residuos (depuradoras y plantas de compostaje) y el efecto de la estacionalidad sobre esos parámetros clave, c) obtención de algoritmos propios de estimación de la composición de los lodos incluyendo múltiples parámetros no estimables hasta ahora como metales pesados; d) conocimiento de la dinámica de mineralización de los lodos cuando se aplican al suelo en condiciones óptimas (incubación) y reales (aplicación en campo); e) obtención de modelos matemáticos para

estimar los nutrientes totales y disponibles en los diferentes entornos de aplicación, ligados al tipo de lodo-suelo-cultivo.

Estos resultados obtenidos permiten la obtención de innovaciones que están generando productos comerciales como la herramienta web de gestión agronómica OPTIFANGS que permite una mejor toma de decisiones de aplicación (cumplimiento estándares calidad lodo) y optimización de la dosis para evitar el exceso de nutrientes en cualquier contexto de suelo enmendado con lodo de depuradora.

Valor diferencial frente a otras alternativas en el mercado

En este proyecto se han desarrollado 3 innovaciones principales: a) aplicación OPTIFANGS (PREDICTOR y DOSSAGE) para el manejo de lodos de depuradora en agricultura. Esta innovación (en proceso de registro intelectual de la fase 2, la fase 1 registrada) no existe en el mercado tal cual, y tiene como principal ventaja la inmediatez en la estimación de la composición y la recomendación experta de dosificación. En esta innovación está interesada por ejemplo la Agencia Catalana de Residuos; b) estaciones meteorológicas para el control ambiental de instalaciones de tratamiento de residuos con tecnologías avanzadas y de bajo coste. Aunque existen otras alternativas en el mercado, su bajo coste y su plataforma dotada de IA permite alertar tempranas de olores y condiciones precursoras de olores. Otra ventaja es su uso como evidencia y garante de la calidad del aire en una instalación frente a quejas; c) e-nose: el uso de este tipo de dispositivos todavía está en una fase pre-transferencia aunque la evidencia científica ya proporciona entornos de usabilidad en tecnología de alimentos y acreditación de calidad en procesos industriales.

Interés comercial y proximidad al mercado

Respecto a la primera innovación, Aplicación OPTIFANGS (PREDICTOR y DOSSAGE), desde el servicio de Transferencia de la UMH (STT-UMH) se ha detectado un alto interés comercial para compañías operadoras de depuradoras, así como agencias responsables de la gestión de lodos (una por cada comunidad autónoma). Adicionalmente, con adaptaciones y aplicaciones de las bases de datos podría plantearse su ampliación a otros entornos europeos. La proximidad al mercado es inmediata puesto que, con el perfil de la aplicación, su comercialización se podría hacer mediante el acceso remunerado a la plataforma por usuario, con diferentes tramos de coste en función del número de informes generados-lodos incluidos en la base de datos. Las estaciones meteorológicas desarrolladas también están en fase comercial por parte de TELENATURA con los desarrollos implementados y mejoras desarrolladas en este proyecto.

Contribución de los socios y/o de las entidades contratadas

SAV, gestora de 250 depuradoras de aguas residuales ha contribuido decisivamente en la caracterización de los lodos, en la validación agronómica de los sistemas suelo-lodo y en la difusión y comunicación del proyecto. TELE NATURA S.L. empresa de base tecnológica especializada en sensorización y teledetección ha contribuido decisivamente mediante el diseño, instalación y uso de estaciones meteorológicas y narices electrónicas en la detección

de olores, emisiones de amoníaco y gases de efecto invernadero en los suelos agrícolas enmendados, así como en instalaciones de gestión de residuos y especialmente lodos. El grupo GIAAMA-UMH referente nacional e internacional en la recuperación de nutrientes y materia orgánica para la agricultura ha participado en el desarrollo de analítica clásica y NIR de lodos y sistemas suelo-lodo, en la modelización matemática y el desarrollo de la herramienta OPTIFANGS. Todos los socios han contribuido decisivamente en la comunicación y difusión de los resultados del proyecto.

Grado de cumplimiento de los objetivos/tareas/hitos previstos en el plan de trabajo:

Objetivos	Título del Paquete de Trabajo		Cumplimiento
1	Estimación de composición agronómica y medio ambiental de lodos de depuradora mediante NIR	1.1. Clasificación de lodos a nivel de gestión (SAV) (M1 a M6)	100%
		1.2. Análisis clásico de los lodos de depuradora (UMH) (M1-6, M13-15, M25-27)	100%
		1.3. Analítica avanzada: Análisis NIR (UMH) (M4-8, M15, M27)	100%
		1.4. Estimación composición lodos mediante huella dactilar NIR y IA Machine Learning (UMH)(M8-16, M13-15, M26-28).	100%
		1.5. Sensorización en depuradora (TN)(M1-12)	100%
2	Optimización de la dosificación: modelización del comportamiento agronómico y ambiental del lodo de depuradora en el suelo	2.1. Estudios en mesocosmos (ensayos de incubación de diferentes mezclas suelo-lodo en condiciones controladas) (UMH)(M7-15)	100%
		2.2. Sensing: Dinámica de CO2 y olores (NH3 y SH2 signaling)(TN)(M7-15, M25-27)	100%
		2.3. Establecimiento de modelización de la mineralización del C orgánico (UMH)(M11-16)	100%
		2.4. Desarrollo de huella dactilar NIR suelos enmendados con lodo (UMH)(M14-19)	100%
		2.5. Predicción IA-Machine Learning Interacción lodo-suelo, a partir de huella NIR (UMH y SAV)(M16-23)	100%
3	Desarrollo de Aplicación de apoyo a la decisión OPTIFANGS mediante inteligencia Artificial	3.1. Uso y desarrollo de nuevos métodos de calibración-validación para aumentar la capacidad predictiva del NIR en el sistema lodo y suelo-lodo (UMH)(M13-23)	100%
		3.2. Optimización de la predicción de la dosificación (UMH y SAV)(M17-23)	100%
		3.3. Desarrollo de la aplicación web OPTIFANGS (UMH y SAV)(M8-30, 23M)	100%
		3.4. Obtención de una función compleja denominada CALIDAD DE UN LODO (UMH) (M1-6, M15-30)	100%
		3.5. Obtención de informe basado en indicadores de calidad numéricos (indicadores OPTIFANGS) (UMH, SAV y TN)(M15-30)	100%
4	Agrolab: Validación de OPTIFANGS de condiciones de piloto demostrativo	4.1. Validación en condiciones reales (SAV y UMH)(M13-30)	100%
		4.2. Obtención de software OPTIFANGS V2 (UMH)(M25-30)	100%
5	Difusión y Comunicación	5.1. Plataforma y recursos digitales (SAV, UMH y TN)(M1-24)	100%
		5.2. Comunicación del proyecto (SAV, UMH y TN)(M1-30)	100%
		5.3. Compromiso ambiental con la biodiversidad (SAV, UMH y TN)(M17-30)	100%
		5.4. Disseminación y divulgación del proyecto (SAV, UMH y TN)(M1-30)	100%
6	Coordinación	6.1. Gestión administrativa y financiera (UMH, SAV y TN)(M1-30)	100%
		6.2. Gestión técnica (UMH, SAV y TN)(M1-30)	100%